

# TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

WO 00/42401  
PCT/FR00/00063

PCT

## AVIS INFORMANT LE DEPOSANT DE LA COMMUNICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE AUX OFFICES DESIGNES

(règle 47.1.c), première phrase, du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

ALLANO, Sylvain  
Pontet Allano & Associes SELARL  
25, rue Jean Rostand  
Parc-Club Orsay-Université  
F-91893 Orsay Cedex  
FRANCE

**REÇU LE**  
**28 JUL. 2000**  
**PONTET & ALLANO**

Date d'expédition (jour/mois/année) 20 juillet 2000 (20.07.00)		
Référence du dossier du déposant ou du mandataire WOB99 IMO AFR		<b>AVIS IMPORTANT</b>
Demande internationale no PCT/FR00/00063	Date du dépôt international (jour/mois/année) 14 janvier 2000 (14.01.00)	
Déposant IMAGINE OPTIC etc		Date de priorité (jour/mois/année) 15 janvier 1999 (15.01.99)

1. Il est notifié par la présente qu'à la date indiquée ci-dessus comme date d'expédition de cet avis, le Bureau international a communiqué, comme le prévoit l'article 20, la demande internationale aux offices désignés suivants:  
**AU,CN,JP,KP,KR,US**

Conformément à la règle 47.1.c), troisième phrase, ces offices acceptent le présent avis comme preuve déterminante du fait que la communication de la demande internationale a bien eu lieu à la date d'expédition indiquée plus haut, et le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale à l'office ou aux offices désignés.

2. Les offices désignés suivants ont renoncé à l'exigence selon laquelle cette communication doit être effectuée à cette date:  
**AE,AL,AM,AP,AT,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,CA,CH,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,EA,EE,EP,ES,FI,GB,GD,GE, GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,KE,KG,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,NO,NZ, OA,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZW**  
La communication sera effectuée seulement sur demande de ces offices. De plus, le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale aux offices en question (règle 49.1)a-bis)).

3. Le présent avis est accompagné d'une copie de la demande internationale publiée par le Bureau international le 20 juillet 2000 (20.07.00) sous le numéro WO 00/42401

### RAPPEL CONCERNANT LE CHAPITRE II (article 31.2)a) et règle 54.2)

Si le déposant souhaite reporter l'ouverture de la phase nationale jusqu'à 30 mois (ou plus pour ce qui concerne certains offices) à compter de la date de priorité, la demande d'examen préliminaire international doit être présentée à l'administration compétente chargée de l'examen préliminaire international avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité.

Il appartient exclusivement au déposant de veiller au respect du délai de 19 mois.

Il est à noter que seul un déposant qui est ressortissant d'un Etat contractant du PCT lié par le chapitre II ou qui y a son domicile peut présenter une demande d'examen préliminaire international.

### RAPPEL CONCERNANT L'OUVERTURE DE LA PHASE NATIONALE (article 22 ou 39.1))

Si le déposant souhaite que la demande internationale procède en phase nationale, il doit, dans le délai de 20 mois ou de 30 mois, ou plus pour ce qui concerne certains offices, accomplir les actes mentionnés dans ces dispositions auprès de chaque office désigné ou élu.

Pour d'autres informations importantes concernant les délais et les actes à accomplir pour l'ouverture de la phase nationale, voir l'annexe du formulaire PCT/IB/301 (Notification de la réception de l'exemplaire original) et le volume II du Guide du déposant du PCT.

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse	Fonctionnaire autorisé  J. Zahra
no de télécopieur (41-22) 740.14.35	no de téléphone (41-22) 338.83.38

Formulaire PCT/IB/308 (juillet 1996)

3407370



Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

RECEIVED

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

TC 2800 MAIL ROOM  
9/889307

Applicant's or agent's file reference WOB99 IMO AFR	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/FR00/00063	International filing date (day-month-year) 14 January 2000 (14.01.00)	Priority date (day-month-year) 15 January 1999 (15.01.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01J 9/00		
Applicant IMAGINE OPTIC		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of \_\_\_\_\_ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability: citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 03 August 2000 (03.08.00)	Date of completion of this report 06 October 2000 (06.10.2000)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FR00/00063

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description. pages 1-14 . as originally filed.  
 pages \_\_\_\_\_ . filed with the demand.  
 pages \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_ .  
 pages \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_ .
- ☒ the claims. Nos. 1-13 . as originally filed.  
 Nos. \_\_\_\_\_ . as amended under Article 19.  
 Nos. \_\_\_\_\_ . filed with the demand.  
 Nos. \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_ .  
 Nos. \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_ .
- ☒ the drawings. sheets/fig 1/4-4/4 . as originally filed.  
 sheets/fig \_\_\_\_\_ . filed with the demand.  
 sheets/fig \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_ .  
 sheets/fig \_\_\_\_\_ . filed with the letter of \_\_\_\_\_ .

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description. pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims. Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings. sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FR 00/00063

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-13	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-13	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-13	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

#### 1. Prior art

The wavefront analysis method described in D1 (DE-19705119) solves a problem very similar to that addressed by the present application, which is that of determining with a high degree of certainty, as regards wavefronts with significant incidence angles, the match between the spots focussed on a Shack-Hartmann sensor matrix and the microlenses from which each of said spots originates. The solution proposed is to double the number of microlens arrays, with the microlenses of each array having the same diameter but a substantially different focal length.

D2 ("Algorithm to increase the largest aberration that can be reconstructed from Hartmann sensor measurements", M.C: Roggemann et al., Applied Optics, Vol. 37, N° 20) describes another wavefront analysis method to be applied with regard to a significantly aberrant waverfront "generating spots in the plane of the Shack-Hartmann sensor that are not diffraction-restricted and are not necessarily located behind the expected microlens". Said method comprises applying a specific data processing algorithm to the two images of the aberrant wavefront obtained by a Shack-Hartmann sensor and by a conventional





CCD camera.

A third method is described on page 3 of the present application, comprising observing the progression of the spots when the sensor moves from the microlens array plane to the focal plane.

## **2. Novelty and inventive step**

None of the available documents describes a wavefront analysis method or the analysis device for implementing same, containing all the features of the present Claims 1 and 8. In particular, the prior art microlens matrices do not have a structure with local variations generating a contribution in the measurement files whereby the match between a detected spot and the sub-pupil from which it originates can be determined with certainty.

Consequently, the subject matter of Claims 1 and 8, as well as all the claims referring back thereto, complies with the criterion of novelty of PCT Article 33(2).

The subject matter of Claim 1 is an alternative to the methods described in D1 and in the description of the present application, for determining unambiguously the location of spots focussed by the microlenses. The prior art contains no indication whereby the problem can be solved by using a local variation in the structure of the microlens matrix. Consequently, the subject matter of Claims 1-13 is not obvious, and meets the criterion of inventive step of PCT Article 33(3).



**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

International application No.

PCT/FR 00/00063

**VII. Certain defects in the international application**

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

The description does not outline the relevant prior art set forth in documents D1 and D2 (PCT Rule 5.1(a)(ii)), and does not cite a document reflecting the prior art described on page 3.



091889307  
5610

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
20 juillet 2000 (20.07.2000)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 00/42401 A3

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : G01J 9/00

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR00/00063

(22) Date de dépôt international :  
14 janvier 2000 (14.01.2000)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
99/00366 15 janvier 1999 (15.01.1999) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : IMAG-  
INE OPTIC [FR/FR]; Le Parc d'Orsay, 5, rue Guy Mô-  
quet, F-91400 Orsay (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : LEVECQ,  
Xavier, Jean-François [FR/FR]; 16, allée de la Gambaud-  
erie, F-91190 Gif sur Yvette (FR). BUCOURT, Samuel,  
Henri [FR/FR]; 2, avenue Voltaire, F-91440 Bures sur  
Yvette (FR).

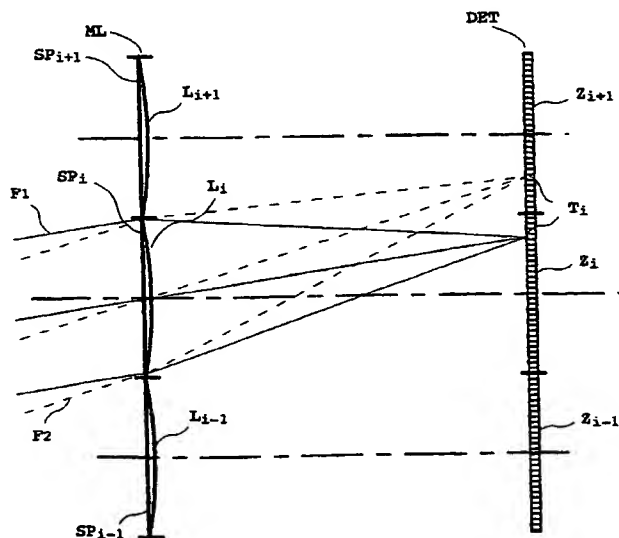
(74) Mandataires : ALLANO, Sylvain etc.; Pontet Allano &  
Associés SELARL, 25, rue Jean Rostand, Parc-Club Orsay-  
Université, F-91893 Orsay Cedex (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA,  
BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS,  
JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA,  
MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU,  
SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VN, YU, ZA, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR ANALYSING A HIGHLY DYNAMIC WAVEFRONT

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF D'ANALYSE D'UN FRONT D'ONDE A GRANDE DYNAMIQUE



(57) Abstract: The invention concerns the analysis of an optical wavefront. The inventive device comprises in particular an array (ML) of micro-lenses ( $L_i$ ), a detector (DET) and signal processing means. Each micro-lens ( $L_i$ ) defines a sub-soft aperture ( $SP_i$ ), and focuses an elementary surface of said wavefront, intercepted by said sub-soft aperture, to form a spot ( $T_i$ ) on the detector. For each sub-soft aperture ( $SP_i$ ), a zone ( $Z_i$ ) of assumed localisation of the spot is defined. The processing means enable to establish a measurement file associating with each sub-soft aperture the position of said spot. The array structure (ML) has one or several local variations. By comparing the contribution derived therefrom taken from the measurement file, with their contribution derived from a reference file, the shift between the sub-soft aperture wherefrom is derived a detected spot and the sub-soft aperture which defines the assumed localisation zone wherein the spot is located is measured.

[Suite sur la page suivante]

WO 00/42401 A3



(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(88) Date de publication du rapport de recherche internationale:

16 août 2001

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

(57) Abrégé : La présente invention concerne l'analyse d'un front d'onde optique. Le dispositif comprend une matrice (ML) de microlentilles ( $L_i$ ), un détecteur (DET) et des moyens de traitement du signal. Chaque microlentille ( $L_i$ ) définit une sous-pupille ( $SP_i$ ), et focalise une surface élémentaire du front d'onde, interceptée par ladite sous-pupille, pour former une tache ( $T_i$ ) sur le détecteur. Pour chaque sous-pupille ( $SP_i$ ) une zone ( $Z_i$ ) de localisation présumée de la tache est définie. Les moyens de traitement permettent notamment d'établir un fichier de mesure associant à chaque sous-pupille la position de cette tache. La structure de la matrice (ML) présente une ou plusieurs variations locales. En comparant la contribution de celles-ci prise dans le fichier de mesure, avec leur contribution prise dans un fichier de référence, on mesure le décalage entre la sous-pupille dont est issue une tache détectée et la sous-pupille qui définit la zone de localisation présumée dans laquelle se trouve la tache.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/00063

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01J9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 197 05 119 A (SCHWIDER JOHANNES PROF DR) 13 August 1998 (1998-08-13) page 2, line 66 -page 3, line 30 figures 1-4	1,7,8
A	M.C. ROGGEMANN AND T.J. SCHULZ: "Algorithm to increase the largest aberration that can be reconstructed from Hartmann sensor measurements" APPLIED OPTICS, vol. 37, no. 20, 10 July 1998 (1998-07-10), pages 4321-4329, XP002112722 page 4321, paragraph 1 -page 4323, paragraph 1	1,4,7,8

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 March 2000

Date of mailing of the international search report

07/04/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jacquin, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/00063

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19705119 A	13-08-1998	NONE	



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De \_\_\_\_\_ de Internationale No

PCT/FR 00/00063

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 G01J9/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	DE 197 05 119 A (SCHWIDER JOHANNES PROF DR) 13 août 1998 (1998-08-13) page 2, ligne 66 -page 3, ligne 30 figures 1-4	1,7,8
A	M.C. ROGGMANN AND T.J. SCHULZ: "Algorithm to increase the largest aberration that can be reconstructed from Hartmann sensor measurements" APPLIED OPTICS, vol. 37, no. 20, 10 juillet 1998 (1998-07-10), pages 4321-4329, XP002112722 page 4321, alinéa 1 -page 4323, alinéa 1	1,4,7,8



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

21 mars 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

07/04/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Jacquin, J

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

de Internationale No

PCT/FR 00/00063

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 19705119 A	13-08-1998	AUCUN	

PCT

ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE  
Bureau international

## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets 7 :

G01J 9/00

A2

(11) Numéro de publication internationale:

WO 00/42401

(43) Date de publication internationale:

20 juillet 2000 (20.07.00)

(21) Numéro de la demande internationale:

PCT/FR00/00063

(22) Date de dépôt international:

14 janvier 2000 (14.01.00)

(30) Données relatives à la priorité:

99/00366

15 janvier 1999 (15.01.99)

FR

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): IMAGINE OPTIC [FR/FR]; Le Parc d'Orsay, 5, rue Guy Moquet, F-91400 Orsay (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): LEVECO, Xavier, Jean-François [FR/FR]; 16, allée de la Gambauderie, F-91190 Gif sur Yvette (FR). BUCOURT, Samuel, Henri [FR/FR]; 2, avenue Voltaire, F-91440 Bures sur Yvette (FR).

(74) Mandataires: ALLANO, Sylvain etc.; Pontet Allano &amp; Associés SELARL, 25, rue Jean Rostand, Parc-Club Orsay-Université, F-91893 Orsay Cedex (FR).

(81) Etats désignés: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée

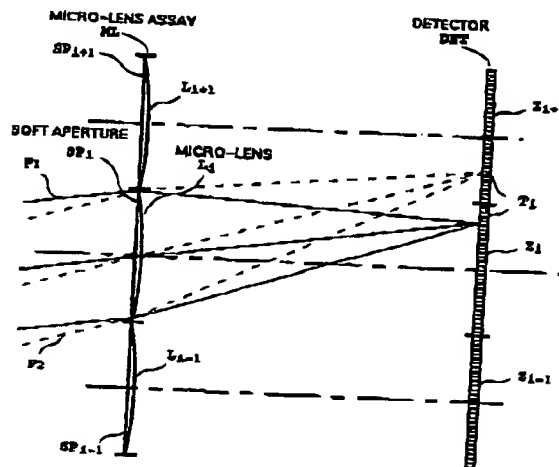
Sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR ANALYSING A HIGHLY DYNAMIC WAVEFRONT

(54) Titre: PROCEDE ET DISPOSITIF D'ANALYSE D'UN FRONT D'ONDE A GRANDE DYNAMIQUE

(57) Abstract

The invention concerns a method and a device for analysing an optical wavefront improving analysis methods based on local measurement of the wavefront gradients. The inventive device comprises in particular an array (ML) of micro-lenses ( $L_i$ ), a detector and signal processing means. Each micro-lens ( $L_i$ ) defines a soft aperture ( $SP_i$ ), and focuses an elementary surface of said wavefront, intercepted by said soft aperture, to form a spot ( $T_i$ ) on the detector. For each soft aperture ( $SP_i$ ), a zone ( $Z_i$ ) of assumed localisation of the spot is defined. The processing means enable in particular from the signal delivered by the detector to establish a measurement file associating in particular with each soft aperture in the localising zone whereof a spot is detected, the position of said spot. The invention is characterised in that the array structure (ML) has one or several local variations, for example variations in the positioning of one or several adjacent micro-lenses. By comparing the contribution derived from said local variations taken from the measurement file with the contribution derived from a reference file, set up for example from a known wavefront, the possible shift between the soft aperture wherefrom is derived a detected spot and the soft aperture which defines the assumed localisation zone wherein the spot is located is measured. The inventive device enables in particular to measure exactly a wavefront shift.





(57) Abrégé

La présente invention concerne un procédé et un dispositif d'analyse de front d'onde optique. Elle constitue une amélioration des procédés d'analyse basés sur la mesure locale des pentes du front d'onde. Le dispositif selon l'invention comprend notamment une matrice (ML) de microlentilles ( $L_i$ ), un détecteur (DET) et des moyens de traitement du signal. Chaque microlentille ( $L_i$ ) définit une sous-pupille ( $SP_i$ ), et focalise une surface élémentaire du front d'onde, interceptée par ladite sous-pupille, pour former une tache ( $T_i$ ) sur le détecteur. Pour chaque sous-pupille ( $SP_i$ ) une zone ( $Z_i$ ) de localisation présumée de la tache est définie. Les moyens de traitement permettent notamment à partir du signal délivré par le détecteur d'établir un fichier de mesure associant notamment à chaque sous-pupille dans la zone de localisation de laquelle est détectée une tache, la position de cette tache. Selon l'invention, la structure de la matrice (ML) présente une ou plusieurs variations locales, par exemple des écarts de positionnement d'une ou de quelques microlentilles adjacentes. En comparant la contribution due à ces variations locales prise dans le fichier de mesure, avec la contribution due à ces variations locales prise dans un fichier de référence, établi par exemple à partir d'un front d'onde connu, on mesure le décalage éventuel entre la sous-pupille dont est issue une tache détectée et la sous-pupille qui définit la zone de localisation présumée dans laquelle se trouve la tache. Le dispositif selon l'invention permet notamment la mesure exacte du basculement d'un front d'onde.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovenie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Latonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	YN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						



## PCT

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire <b>WOB99 IMO AFR</b>	<b>POUR SUITE</b> voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après <b>A DONNER</b>	
Demande internationale n° <b>PCT/FR 00/00063</b>	Date du dépôt international (jour/mois/année) <b>14/01/2000</b>	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année) <b>15/01/1999</b>
Déposant <b>IMAGINE OPTIC et al.</b>		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau International.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuilles.

☒ Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

## 1. Base du rapport

a. En ce qui concerne la langue, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.

☐ la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

b. En ce qui concerne les séquences de nucléotides ou d'acides aminés divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :

☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.

☐ déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ remise ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.

☐ remise ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.

☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

## 4. En ce qui concerne le titre,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.

☐ Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

## 5. En ce qui concerne l'abrégé,

☐ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant

☒ le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

## 6. La figure des dessins à publier avec l'abrégé est la Figure n°

☒ suggérée par le déposant.

☐ parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.

☐ parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

1  
☐ Aucune des figures n'est à publier.





## Cadre III TEXTE DE L'ABREGE (suite du point 5 de la première feuille)

La présente invention concerne l'analyse d'un front d'onde optique. Le dispositif comprend une matrice (ML) de microlentilles ( $L_i$ ), un détecteur (DET) et des moyens de traitement du signal. Chaque microlentille ( $L_i$ ) définit une sous-pupille ( $SP_i$ ), et focalise une surface élémentaire du front d'onde, interceptée par ladite sous-pupille, pour former une tache ( $T_i$ ) sur le détecteur. Pour chaque sous-pupille ( $SP_i$ ), une zone ( $Z_i$ ) de localisation présumée de la tache est définie. Les moyens de traitement permettent d'établir un fichier de mesure associant à chaque sous-pupille la position de cette tache. La structure de la matrice (ML) présente une ou plusieurs variations locales. En comparant la contribution de celles-ci prise dans le fichier de mesure, avec leur contribution prise dans un fichier de référence, on mesure le décalage entre la sous-pupille dont est issue une tache détectée et la sous-pupille qui définit la zone de localisation présumée dans laquelle se trouve la tache.



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 00/00063

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 601J9/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 601J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	DE 197 05 119 A (SCHWIDER JOHANNES PROF DR) 13 août 1998 (1998-08-13) page 2, ligne 66 -page 3, ligne 30 figures 1-4	1,7,8
A	M.C. ROGGMANN AND T.J. SCHULZ: "Algorithm to increase the largest aberration that can be reconstructed from Hartmann sensor measurements" APPLIED OPTICS, vol. 37, no. 20, 10 juillet 1998 (1998-07-10), pages 4321-4329, XP002112722 page 4321, alinéa 1 -page 4323, alinéa 1	1,4,7,8

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

21 mars 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

07/04/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5816 Patonlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 apo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3010

Fonctionnaire autorisé

Jacquin, J

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième édition) (juillet 1992)



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 00/00063

Document brevet cité  
au rapport de recherche

Date de  
publication

Membre(s) de la  
famille de brevet(s)

Date de  
publication

DE 19705119 A

13-08-1998

AUCUN



.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

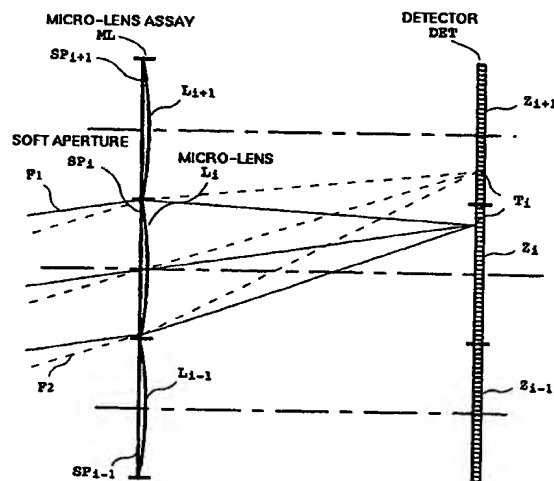


## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<b>(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> :</b> <b>G01J 9/00</b>	<b>A2</b>	<b>(11) Numéro de publication internationale:</b> <b>WO 00/42401</b> <b>(43) Date de publication internationale:</b> 20 juillet 2000 (20.07.00)
<b>(21) Numéro de la demande internationale:</b> PCT/FR00/00063 <b>(22) Date de dépôt international:</b> 14 janvier 2000 (14.01.00) <b>(30) Données relatives à la priorité:</b> 99/00366 15 janvier 1999 (15.01.99) FR <b>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US):</b> IMAGINE OPTIC [FR/FR]; Le Parc d'Orsay, 5, rue Guy Môquet, F-91400 Orsay (FR). <b>(72) Inventeurs; et</b> <b>(75) Inventeurs/Déposants (US seulement):</b> LEVECQ, Xavier, Jean-François [FR/FR]; 16, allée de la Gambauderie, F-91190 Gif sur Yvette (FR). BUCOURT, Samuel, Henri [FR/FR]; 2, avenue Voltaire, F-91440 Bures sur Yvette (FR). <b>(74) Mandataires:</b> ALLANO, Sylvain etc.; Pontet Allano & Associates SELARL, 25, rue Jean Rostand, Parc-Club Orsay-Université, F-91893 Orsay Cedex (FR).		<b>(81) Etats désignés:</b> AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  <b>Publiée</b> <i>Sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport.</i>

**(54) Title:** METHOD AND DEVICE FOR ANALYSING A HIGHLY DYNAMIC WAVEFRONT**(54) Titre:** PROCEDE ET DISPOSITIF D'ANALYSE D'UN FRONT D'ONDE A GRANDE DYNAMIQUE**(57) Abstract**

The invention concerns a method and a device for analysing an optical wavefront improving analysis methods based on local measurement of the wavefront gradients. The inventive device comprises in particular an array (ML) of micro-lenses ( $L_i$ ), a detector and signal processing means. Each micro-lens ( $L_i$ ) defines a soft aperture ( $SP_i$ ), and focuses an elementary surface of said wavefront, intercepted by said soft aperture, to form a spot ( $T_i$ ) on the detector. For each soft aperture ( $SP_i$ ), a zone ( $Z_i$ ) of assumed localisation of the spot is defined. The processing means enable in particular from the signal delivered by the detector to establish a measurement file associating in particular with each soft aperture in the localising zone whereof a spot is detected, the position of said spot. The invention is characterised in that the array structure (ML) has one or several local variations, for example variations in the positioning of one or several adjacent micro-lenses. By comparing the contribution derived from said local variations taken from the measurement file with the contribution derived from a reference file, set up for example from a known wavefront, the possible shift between the soft aperture wherefrom is derived a detected spot and the soft aperture which defines the assumed localisation zone wherein the spot is located is measured. The inventive device enables in particular to measure exactly a wavefront shift.



### (57) Abrégé

La présente invention concerne un procédé et un dispositif d'analyse de front d'onde optique. Elle constitue une amélioration des procédés d'analyse basés sur la mesure locale des pentes du front d'onde. Le dispositif selon l'invention comprend notamment une matrice (ML) de microlentilles ( $L_i$ ), un détecteur (DET) et des moyens de traitement du signal. Chaque microlentille ( $L_i$ ) définit une sous-pupille ( $SP_i$ ), et focalise une surface élémentaire du front d'onde, interceptée par ladite sous-pupille, pour former une tache ( $T_i$ ) sur le détecteur. Pour chaque sous-pupille ( $SP_i$ ) une zone ( $Z_i$ ) de localisation présumée de la tache est définie. Les moyens de traitement permettent notamment à partir du signal délivré par le détecteur d'établir un fichier de mesure associant notamment à chaque sous-pupille dans la zone de localisation de laquelle est détectée une tache, la position de cette tache. Selon l'invention, la structure de la matrice (ML) présente une ou plusieurs variations locales, par exemple des écarts de positionnement d'une ou de quelques microlentilles adjacentes. En comparant la contribution due à ces variations locales prise dans le fichier de mesure, avec la contribution due à ces variations locales prise dans un fichier de référence, établi par exemple à partir d'un front d'onde connu, on mesure le décalage éventuel entre la sous-pupille dont est issue une tache détectée et la sous-pupille qui définit la zone de localisation présumée dans laquelle se trouve la tache. Le dispositif selon l'invention permet notamment la mesure exacte du basculement d'un front d'onde.

### UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						



## Procédé et dispositif d'analyse d'un front d'onde à grande dynamique

La présente invention concerne un procédé et un dispositif d'analyse d'un front d'onde optique. Elle constitue une amélioration des procédés d'analyse de front d'onde basés sur la mesure locale de la pente du front d'onde.

L'analyse d'un front d'onde par mesure locale de la pente (correspondant à la dérivée locale de la phase du front d'onde) est par exemple le principe des analyseurs de front d'onde dits 'Shack-Hartmann matriciels'. Ils comportent généralement une matrice de microlentilles sphériques et un détecteur matriciel, chaque microlentille focalisant la surface élémentaire du front d'onde interceptée par la sous-pupille correspondant à la microlentille, formant ainsi une tache lumineuse sur le détecteur. La pente locale de la surface élémentaire est déterminée à partir de la position de la tache sur le détecteur. L'analyse de la surface du front d'onde proprement dite, c'est-à-dire la reconstruction de la phase du front d'onde par exemple sur une base de polynômes, peut être obtenue par intégration des mesures locales de la pente. D'autres types d'analyseurs travaillent sur une ligne du front d'onde. Dans ce cas on utilise par exemple des microlentilles cylindriques disposées linéairement et un détecteur à géométrie linéaire. De la même façon que dans le Shack-Hartmann matriciel, les pentes locales de la ligne d'onde sont mesurées à partir des positions des taches formées par les microlentilles.

De façon générale, le procédé selon l'invention s'applique à tout type d'analyseurs de front d'onde basés sur la mesure de la pente locale du front d'onde. Dans la suite, on nommera 'matrice de microlentilles' tout ensemble de microlentilles pouvant être utilisé dans ce type d'analyseur, les microlentilles pouvant être agencées linéairement ou selon une matrice à deux dimensions. De la même façon, on parlera de l'analyse d'un « front d'onde », cette analyse pouvant concerner indifféremment une partie de la surface du front d'onde, en particulier une ligne du front d'onde ou la surface totale du front d'onde.

La figure 1 montre un ensemble ML de microlentilles  $L_i$  et un détecteur DET pour la mise en œuvre d'un procédé d'analyse de

front d'onde tel que décrit précédemment. Lorsqu'un front d'onde  $F_1$  pénètre dans le système, chaque microlentille forme une tache  $T_i$  sur le détecteur. Pour déterminer la position des taches, on fait généralement l'hypothèse qu'une tache  $T_i$  formée par une microlentille  $L_i$  donnée, se trouve dans une zone de localisation présumée  $Z_i$ . Cette zone de localisation est par exemple définie par la projection sur le détecteur DET de la sous-pupille  $SP_i$  correspondant à la microlentille  $L_i$ , comme cela est illustrée sur la figure 1. Cette hypothèse présente l'intérêt de simplifier considérablement le circuit de localisation des taches et donc de rendre le système plus rapide. Parfois, la structure de la matrice de microlentille n'est pas parfaite et peut présenter des défauts locaux, par exemple des défauts d'agencement des microlentilles ou de taille d'une microlentille par rapport à une autre. Cela introduit une erreur sur la position de la tache formée. Pour pallier ce type de problème, on soustrait généralement aux positions des taches formées à partir du front d'onde à analyser, les positions des taches formées à partir d'un faisceau de référence parfaitement connu. Bien sûr, pour ne pas introduire d'erreur lors de cette opération, il est nécessaire que soit soustraite l'une avec l'autre les positions de deux taches formées par la même microlentille. Si l'on suppose a priori qu'une tache détectée dans une zone de localisation donnée est issue de la sous-pupille qui définit cette zone, on risque d'introduire une erreur lors de l'opération de soustraction lorsqu'un front d'onde présente par exemple un basculement important. En effet, comme cela apparaît par exemple sur la figure 1, si un front d'onde  $F_2$  présente un basculement important, la tache  $T_i$  formée par la lentille  $L_i$  se trouve dans la zone de localisation présumée  $Z_{i+1}$  correspondant à la lentille  $L_{i+1}$ . Il existe un décalage d'une sous-pupille (dans l'exemple choisi) entre la sous-pupille  $SP_i$  dont est issue la tache  $T_i$  et la sous-pupille  $SP_{i+1}$  qui définit la zone de localisation  $Z_{i+1}$  dans laquelle se trouve effectivement la tache  $T_i$ .

Bien sûr, on cherche toujours à obtenir des matrices de microlentilles parfaites et les progrès de la technologie vont dans ce sens. Mais le problème consistant à connaître de façon certaine la correspondance entre une tache détectée et la sous-pupille dont elle est issue se pose toujours, par exemple lors-

qu'on cherche une mesure exacte du basculement à l'aide d'un dispositif dont on souhaite qu'il ait une grande dynamique, c'est-à-dire un dispositif capable d'analyser des fronts d'onde présentant entre autre de forts basculements. Dans ce cas, il est nécessaire pour connaître de façon certaine cette correspondance de pouvoir mesurer le décalage entre la sous-pupille dont est issue la tache et la sous-pupille qui définit la zone de localisation présumée dans laquelle se trouve la tache.

Une solution est proposée dans ce sens par la société Adaptive Optics Associates (AOA, Cambridge, MA). Cette solution, appliquée à un analyseur de front d'onde de type Shack-Hartmann matriciel, est expliquée dans l'article 'Hartmann sensors detect optical fabrication errors' (LASER FOCUS WORLD, Avril 1996). Elle consiste, au cours de la mesure, à rapprocher le détecteur de la matrice de microlentilles de telle sorte que, quelle que soit la pente locale du front d'onde que l'on analyse, tout le flux collecté par une sous-pupille se trouve intégralement sur la zone de localisation présumée définie par cette sous-pupille. Puis, on éloigne le détecteur de la matrice de microlentilles jusqu'à sa position normale de travail en suivant la position de la tache. On peut ainsi repérer si elle change de zone. Cette solution présente des inconvénients. En particulier, elle nécessite le déplacement du détecteur, ce qui entraîne des contraintes mécaniques dans le système et le risque que soit introduite une erreur sur la mesure, du fait d'un éventuel basculement du détecteur, ou d'un mauvais repositionnement axial lors du déplacement. D'autre part, cette opération de calibration doit être répétée pour chaque analyse d'un nouveau front d'onde. Et même au cours de l'analyse d'un front d'onde, comme la correspondance entre une tache et la microlentille dont elle est issue est déterminée en suivant la position de cette tache, si cette position est perdue (par exemple parce que le flux est momentanément coupé), la correspondance n'est plus certaine et la calibration est à refaire.

Pour pallier ces inconvénients, la présente invention propose une autre solution permettant une mesure exacte des paramètres du front d'onde et notamment de son basculement. Elle consiste à choisir une matrice de microlentilles présentant une ou plusieurs variations locales de sa structure. Selon un exem-

ple de mise en œuvre, chaque variation locale peut être un écart de positionnement d'une ou de quelques microlentilles. Cette variation peut être un défaut non voulu de la matrice ou une variation locale introduite de façon contrôlée lors de la fabrication. En comparant les positions des taches formées à partir d'un front d'onde à analyser avec les positions des taches formées par exemple à partir d'un front d'onde de référence connu, on peut, grâce à la présence de la variation locale de la structure qui par exemple introduit des variations dans les positions de certaines taches, mesurer le décalage éventuel entre la sous-pupille dont est issue une tache détectée et la sous-pupille qui définit la zone de localisation présumée dans laquelle se trouve la tache.

Plus précisément, l'invention concerne un procédé d'analyse d'un front d'onde basé sur la mesure locale de la pente du front d'onde, le procédé comprenant une étape d'acquisition du front d'onde consistant en:

- une étape de détection du front d'onde au moyen notamment d'une matrice de microlentilles, d'un détecteur et de moyens de traitement du signal; chaque microlentille définit une sous-pupille indexée, et focalise une surface élémentaire du front d'onde, interceptée par ladite sous-pupille; une tache est formée sur le détecteur qui délivre un signal; une zone de localisation présumée de la tache sur le détecteur est définie pour chaque sous-pupille.

- une étape de traitement du signal délivré par le détecteur qui permet d'établir un fichier de mesure; ce fichier associe notamment à chaque sous-pupille dans la zone de localisation de laquelle est détectée une tache, la position de cette tache, chaque sous-pupille étant repérée par son index.

Le procédé est caractérisé en ce qu'il comporte en outre:

- le choix préalable d'une matrice de microlentilles présentant au moins une variation locale de sa structure,
- une étape préalable de caractérisation de cette matrice permettant d'établir un fichier de référence associant notamment à chaque sous-pupille, repérée par son index, la position de la tache issue de ladite sous-pupille lorsque la sous-pupille est éclairée par un front d'onde connu, les données du fichier com-

portant une contribution due à la variation locale de la structure de la matrice,

- lors de chaque analyse d'un front d'onde,

- l'établissement du fichier de mesure, les données du fichier comportant également une contribution due à la variation locale de la structure de la matrice,

- la comparaison desdites contributions prises dans chacun des deux fichiers, cette comparaison permettant de déterminer un décalage éventuel en nombre de sous-pupilles entre ces deux contributions et d'en déduire de manière certaine la correspondance entre une tache détectée et la sous-pupille dont elle est issue,

- le calcul, connaissant cette correspondance, à partir du fichier de mesure et du fichier de référence, de la pente moyenne du front d'onde sur chaque surface élémentaire interceptée par chaque sous-pupille éclairée par le front d'onde.

Le procédé selon l'invention permet ainsi, sans déplacement du détecteur de déterminer la correspondance entre une tache détectée et la sous-pupille dont elle est issue sans devoir procéder à une nouvelle opération de calibration pour chaque analyse d'un front d'onde. Cela permet en particulier la mesure exacte du basculement d'un front d'onde incident et donne ainsi à l'analyseur une très grande dynamique de mesure. L'invention concerne également un dispositif d'analyse d'un front d'onde mettant en œuvre le procédé selon l'invention. D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, illustrée par les figures annexées suivantes, qui représentent:

- la figure 1 (déjà décrite) une matrice de microlentilles et un détecteur pour la mise en œuvre d'un exemple de procédé d'analyse de front d'onde selon l'art antérieur;

- les figures 2A à 2D, un exemple de mise en œuvre du procédé selon l'invention;

- la figure 3, un synoptique d'un exemple de mise en œuvre du procédé selon l'invention;

Le dispositif selon l'invention comporte notamment une matrice ML de microlentilles  $L_i$  (voir figure 1), un détecteur DET et des moyens (non représentés) de traitement du signal délivré par le détecteur. Chaque microlentille  $L_i$  définit une sous-pupille  $SP_i$ , indexée, par exemple par un nombre entier variant de

1 à  $n$ , où  $n$  est le nombre de microlentilles de la matrice. Lors de l'analyse d'un front d'onde, chaque microlentille  $L_i$  éclairée par le front d'onde focalise une surface élémentaire du front d'onde, interceptée par la sous-pupille  $SP_i$  définie par cette  
5 microlentille, pour former sur le détecteur une tache  $T_i$ . Les moyens de traitement permettent de traiter le signal délivré par le détecteur afin notamment d'établir un fichier de mesure associant à chaque sous-pupille dans la zone de localisation de laquelle est détectée une tache, la position de cette tache. La  
10 position de chaque tache sur le détecteur est déterminée par exemple en considérant le barycentre de la répartition spatiale d'énergie lumineuse constituant la tache. Nous avons vu précédemment que la zone de localisation présumée (notée  $Z_i$  sur la figure 1), correspondant à une sous-pupille  $SP_i$ , peut être définie  
15 par la projection sur le détecteur DET de la sous-pupille  $SP_i$ . Dans ce cas, elle est indépendante du front d'onde incident. La zone de localisation peut être définie différemment. Par exemple, elle peut être 'flottante'; c'est-à-dire que l'on définit la zone de localisation présumée d'une sous-pupille à partir  
20 de la position de la tache issue d'une sous-pupille adjacente. Dans ce cas, chaque zone de localisation a par exemple la même dimension mais la position de la zone de localisation de chaque sous-pupille dépend de la forme du front d'onde incident. Selon un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention, on  
25 suppose que ces microlentilles sont de dimensions sensiblement égales et que le pas de la matrice, défini par la distance entre les centres optiques de deux microlentilles adjacentes, est sensiblement constant.

Dans le procédé selon l'invention, la matrice ML de microlentilles présente au moins une variation locale de sa  
30 structure. La structure de la matrice concerne l'agencement des microlentilles les unes par rapport aux autres ainsi que les paramètres propres aux microlentilles: taille, transmission, etc.... Par variation locale de la structure, on entend aussi par  
35 exemple une variation de positionnement, de taille ou de transmission de l'une des microlentilles ou de quelques microlentilles adjacentes. Cette variation peut par exemple être un défaut non voulu de la matrice de la microlentilles, défaut dû à la non-reproductibilité du procédé de fabrication de la

matrice. Il peut aussi s'agir d'une variation parfaitement contrôlée, que l'on introduit volontairement lors de la fabrication. Dans la suite, nous considérons l'exemple d'une  
matrice de microlentilles à pas sensiblement constant, la varia-  
5 tion locale consistant en un écart de positionnement de quelques microlentilles adjacentes par rapport à la position attendue de ces microlentilles.

Dans cet exemple, une variation de la structure se traduit, lors de l'analyse d'un front d'onde, par des écarts sur le détec-  
10 tecteur des positions des taches issues des sous-pupilles impliquées dans cette variation. Dans l'exemple de mise en œuvre choisie, on considère une variation locale de la structure de la matrice introduite de façon contrôlée lors de la fabrication. La figure 2A représente, lorsque la matrice de microlentilles est  
15 éclairée par un front d'onde plan, un exemple d'une distribution des écarts des positions des taches par rapport à leurs positions attendues si le pas de la matrice avait été parfaitement constant, en fonction de l'index (variant de 1 à n) des sous-pupilles dont sont issues les taches. L'écart de position, donné  
20 sur la figure 2A en unités arbitraires (u.a.), est mesuré par exemple par une fraction de dimension d'un détecteur élémentaire. De façon générale, la variation locale de la matrice utilisée dans le dispositif selon l'invention, qui se traduit ici par une distribution donnée des écarts des positions des  
25 taches, ne doit pas pouvoir être interprétée lors de l'analyse d'un front d'onde comme une composante de ce front d'onde. Autrement dit, la distribution des écarts des positions des taches résultant de l'acquisition du front d'onde à analyser doit pouvoir être distinguée de la distribution résultant de la  
30 variation locale. Ceci est possible car pour pouvoir être analysé correctement, un front d'onde incident doit présenter des variations lentes de sa pente par rapport à la taille des sous-pupilles, ce qui se traduit par des fluctuations lentes de la distribution des écarts des positions des taches en fonction de  
35 l'index des sous-pupilles. Ainsi, dans l'exemple de réalisation du dispositif selon l'invention décrit ici, la variation de la structure de la matrice doit être telle qu'elle se traduise dans la distribution des écarts des positions des taches par des fluctuations plus rapides ou, si l'on raisonne dans le domaine

fréquentiel en considérant la répartition spectrale des écarts, elle doit se traduire par des composantes de fréquences supérieures à celles dues au front d'onde à analyser. La forme de la distribution représentée sur la figure 2A constitue un exemple, et du moment que la variation reste locale, d'autres formes de distributions sont acceptables.

Dans l'exemple illustré figure 2A, on considère une seule variation locale de la structure. Avantageusement, la matrice peut en présenter plusieurs de sorte que même si elle n'est pas entièrement éclairée par le front d'onde incident, au moins une de ces variations locales soit éclairée. Dans ce cas, l'ensemble des variations doit être tel qu'il se traduise également, dans la répartition spectrale des écarts, par des fréquences supérieures à celle du front d'onde à analyser.

La figure 3 présente un synoptique d'un exemple de mise en œuvre du procédé selon l'invention adapté à l'exemple précédemment décrit. Selon l'invention, le procédé comporte outre le choix préalable 30 de la matrice ML présentant au moins une variation locale de sa structure, une étape 31 de caractérisation de cette matrice ML. Cette étape permet d'établir un fichier de référence (32) qui dans l'exemple choisi associe à chaque sous-pupille, repérée par son index, la position de la tache issue de ladite sous-pupille lorsque celle-ci est éclairée par un front d'onde connu. Les données du fichier de référence comportent une contribution due à la variation locale de la structure de la matrice. Ainsi, on pourra connaître, lors de l'analyse d'un front d'onde, la contribution de cette variation locale dans les positions des taches sur le détecteur. Cette étape de caractérisation de la matrice de microlentilles est faite une fois avant ou lors de la mise en place de la matrice dans l'analyseur et elle n'a pas besoin d'être refaite dans le cours normale d'utilisation de l'analyseur. Il suffit de garder en mémoire le fichier de référence; c'est lui qui sera utilisé lors de chaque analyse d'un front d'onde. Plusieurs méthodes sont possibles pour caractériser la matrice. Si le procédé de fabrication est parfaitement contrôlé, de telle sorte que l'on connaisse exactement la structure de la matrice et que l'on maîtrise les variations locales introduites dans cette structure, le fichier de référence peut être établi de façon théorique, en calculant



la position de la tache issue de chaque sous-pupille lorsque la matrice est éclairée par exemple par un front d'onde plan et sans basculement. Comme dans l'exemple de la figure 2A, la position des taches peut être exprimée en écart de position lorsque  
5 par exemple le pas de la matrice de microlentilles est constant. Dans l'exemple de la figure 2A, l'écart de la position de chaque sous-pupille en fonction de l'index de ladite sous-pupille est déterminée dans le cas où la matrice est éclairée par un front d'onde plan, sans basculement. Si le procédé de fabrication  
10 n'est pas parfaitement maîtrisée, il faut analyser la structure de la matrice une fois réalisée. Cela peut être fait avec tout moyen de caractérisation connu. Avantageusement, il est possible d'établir le fichier de référence en envoyant sur l'analyseur dans lequel se trouve la matrice un front d'onde connu. Cela  
15 présente l'intérêt de caractériser la matrice une fois disposée dans l'analyseur. Ce front d'onde est par exemple une onde sphérique dont les caractéristiques sont bien maîtrisées. Ainsi, que la variation locale soit un défaut non contrôlé de la structure ou une variation introduite lors de la fabrication, le fichier  
20 de référence permet de l'identifier. Le fichier de référence contient aussi la contribution d'éventuelles variations lentes de la structure de la matrice dont il faudra tenir compte lors de l'analyse d'un front d'onde.

Vient ensuite l'analyse 33 d'un front d'onde incident sur  
25 l'analyseur. L'exemple choisi pour illustrer le procédé selon l'invention est celui d'un front d'onde présentant de la courbure et du basculement. La première étape de l'analyse est l'acquisition 34 du front d'onde. Elle consiste en une détection du front d'onde au moyen notamment de la matrice ML du disposi-  
30 tif selon l'invention, puis une étape de traitement du signal délivré par le détecteur, effectuée par les moyens de traitement du dispositif selon l'invention, et permettant d'établir le fichier de mesure noté 35. Le fichier de mesure associe à chaque sous-pupille dans la zone de localisation présumée de laquelle  
35 est détectée une tache, la position de cette tache. Le fichier de mesure contient ainsi, pour chacune de ces sous-pupilles, repérée par son index, la position de la tache correspondante. La figure 2B illustre sous forme d'une courbe 22 le contenu du fichier de mesure dans le cas de l'exemple du front d'onde choisi.

si, analysée grâce à la matrice de microlentilles caractérisée par le fichier de référence illustrée par la courbe 21 de la figure 2A. La courbure du front d'onde se traduit par une répartition linéaire de l'écart de la position des taches en fonction de l'index de la sous-pupille. Le basculement se traduit par un écart constant sur l'ensemble de la matrice de la position de chaque tache. Pour simplifier le schéma, on fait l'hypothèse que le basculement entraîne un écart constant de deux sous-pupilles. Ainsi, la courbe 22 fait apparaître la contribution due au front d'onde (courbure et basculement) à laquelle s'ajoute la contribution due à la variation locale de la structure (variations des écarts similaires à celles de la courbe 21). On comprend bien par cet exemple simple que sans la variation locale, la courbe 22 serait une droite, caractéristique de la courbure du front d'onde, mais qu'il ne serait pas possible de déterminer la valeur exacte du basculement, qui, dans cet exemple, serait considéré comme nul. Par conséquent, il y aurait une erreur de correspondance entre une tache détectée et la sous-pupille dont elle est issue; cette erreur pouvant fausser le calcul de la pente locale du front d'onde à partir de la position de chaque tache.

Dans le procédé selon l'invention, la variation locale de la structure de la matrice permet de déterminer le décalage éventuel (37) (mesuré en nombre entier de sous-pupilles) entre la sous pupille dont est issue une tache détectée et la sous-pupille qui définit la zone de localisation présumée dans laquelle se trouve cette tache, et d'en déduire de manière certaine cette correspondance au moyen d'une étape 36 de comparaison, dans chacun des deux fichiers (fichier de référence et fichier de mesure) des contributions dues à la variation locale. Ensuite, connaissant cette correspondance, à partir du fichier de référence et du fichier de mesure, on peut alors calculer (étape 38) la pente moyenne du front d'onde sur chaque surface élémentaire interceptée par chaque sous-pupille éclairée par le front d'onde. Lors de ce calcul, on soustrait par exemple les positions des taches enregistrées dans le fichier de référence à celles enregistrées dans le fichier de mesure et correspondant aux taches issues des mêmes sous-pupilles, ce qui permet de s'affranchir, dans l'analyse du front d'onde, des con-

tributions dues à la structure de la matrice. On peut ensuite, à partir des mesures de pente locales, procéder éventuellement à la reconstruction de la phase du front d'onde (étape 39) par des moyens connus ; cette étape permet par exemple de donner les  
5 aberrations géométriques classiques du front d'onde incident, et en particulier la mesure du basculement du front d'onde, cette mesure pouvant être donnée de manière exacte grâce à la valeur connue du décalage.

La comparaison 36 des contributions peut se faire par différentes méthodes. Selon une première méthode par exemple, on va  
10 chercher à comparer des fichiers entre eux. Il est alors préférable que ces fichiers ne contiennent que les contributions dues aux variations locales, c'est-à-dire des contributions hautes fréquences, comparées aux contributions basses fréquences que  
15 sont celles dues au front d'onde que l'on analyse. On peut savoir a priori que le fichier de référence ne contient que les contributions dues aux variations locales; soit parce que le fichier de référence a été établi directement pour ne contenir que ces contributions, soit parce que les contributions dues aux  
20 variations lentes, connues, ont été préalablement soustraites. On peut alors appliquer au fichier de mesure (étape 361) un filtre passe haut adapté aux variations locales de telle sorte à ne garder sensiblement que les contributions dues à ces variations et comparer le fichier de mesure après filtrage (362) directement  
25 avec le fichier de référence. Sur la figure 3, cette comparaison est notée 363. Cette comparaison permet de déterminer un décalage éventuel (365). Si le fichier de référence contient des contributions basses fréquences, par exemple s'il a été établi au moyen d'un front d'onde connu, non plan, incident  
30 sur l'analyseur, on peut appliquer aussi un filtrage passe haut au fichier de référence. Avantagusement, ce filtrage est le même, comme cela est illustré sur la figure 3. La comparaison 363 se fait alors entre les deux fichiers après filtrage, notés 362 et 364 sur la figure 3. Dans l'exemple illustré par les  
35 figures 2A à 2D, les fichiers avant comparaison sont illustrés sur la figure 2C. La courbe 23 correspond au fichier de référence; c'est la même que la courbe 21 de la figure 2A car dans cet exemple, le fichier de référence ne comporte que la contribution due à la variation locale. Par contre, la courbe 24 est obtenue

après filtrage passe-haut de la courbe 22 de la figure 2B; dans cet exemple simple, le filtrage conduit juste à la suppression de la contribution due à la courbure. La comparaison 363 peut être faite par exemple par une opération de corrélation entre les deux fichiers après filtrage. Le résultat de cette opération est illustré dans l'exemple choisi par la courbe 25 de la figure 2D. Cette courbe donne le résultat de la corrélation en fonction de valeurs de décalage (dec) possibles, le décalage étant donné en nombre de sous-pupilles. Il s'agit donc ici de calculer la fonction :

$$\sum_i \frac{f(i) \times g(i - \text{dec})}{i}$$

où  $f(i)$  est par exemple la valeur de l'écart de la position de la tache issue de la sous-pupille  $SP_i$  dans le fichier de référence (éventuellement après filtrage) et  $g(i - \text{dec})$  est la valeur de l'écart de la position de la tache issue de la sous-pupille  $SP_i$  dans le fichier de mesure après filtrage auquel on a appliqué un décalage dec. Dans cet exemple, le pic de corrélation se trouve pour un décalage égal à deux sous-pupilles.

Le filtrage passe-haut 361 appliqué au fichier de mesure et/ou au fichier de référence peut être un filtrage classique sur les fichiers de points en choisissant une fréquence de coupure adaptée à la variation locale de la structure de la matrice; cette fréquence est par exemple égale à l'inverse du pas moyen de la matrice multiplié par un nombre donné N. N est alors choisi suffisamment grand pour que soit gardée la contribution due à la variation locale et suffisamment faible pour que soit supprimée au maximum la contribution due au front d'onde incident. Le filtrage peut consister aussi, dans le cas d'un front d'onde de support donné, par exemple circulaire, et qui se prête bien à une décomposition de la phase du front d'onde sur une base de polynômes connus, à soustraire dans les fichiers les contributions dues à un nombre donné de ces polynômes. Il peut s'agir par exemple des polynômes de Zernike dans le cas classique des fronts d'ondes à support circulaire.

Selon une autre méthode pour la comparaison (36) des contributions dues à la variation locale, il n'est pas nécessaire d'appliquer, à l'un et/ou à l'autre des 2 fichiers un filtrage passe-haut. on peut par exemple dans un premier temps appliquer

à l'un des deux fichiers une valeur hypothétique de décalage, par exemple au fichier de mesure 35, puis soustraire au fichier ainsi obtenu le fichier de référence 32. On cherche alors en itérant la valeur du décalage appliqué, pour quelle valeur de  
5 décalage la contribution due à la variation locale (haute fréquence) dans le fichier issu de la soustraction est la plus faible.

Bien sûr, d'autres méthodes mathématiques peuvent être utilisées pour comparer dans les deux fichiers les contributions  
10 dues à la variation locale de la structure et en déduire le décalage.

On décrit dans la suite un autre exemple de variations locales introduites dans la structure d'une matrice du dispositif selon l'invention pour la mise en œuvre du procédé selon  
15 l'invention. Connaissant la forme générale de la répartition fréquentielle des positions des taches correspondant aux fronts d'onde incidents ou ce qui revient au même, la forme de la répartition fréquentielle des pentes des fronts d'onde, on peut chercher à optimiser les variations locales pour avoir la plus  
20 grande probabilité de déterminer le décalage. Cette optimisation est faite en adaptant cette méthode, qui peut s'appliquer par exemple à des fronts d'onde à support circulaire dont on sait que la phase se décompose sur un nombre limité de polynômes de Zernike. On cherche alors des variations locales non périodiques  
25 qui engendrent une contribution haute fréquence, dont on peut donner une répartition fréquentielle théorique connaissant la forme générale des contributions des fronts d'ondes qu'on analyse. Pour calculer la structure de la matrice qui correspond à ces variations locales, on peut par exemple effectuer un tirage  
30 aléatoire sur l'ensemble des sous-pupilles des positions des taches correspondants à chaque sous-pupille. Dans le domaine fréquentiel, cela se traduit par une répartition constante que l'on multiplie par la répartition théorique des variations locales que l'on recherche. En prenant la transformée de Fourier  
35 inverse de cette nouvelle répartition, on obtient de nouvelles valeurs des écarts des taches correspondant aux sous-pupilles. Ces valeurs sont données dans une unité arbitraire qu'il faut alors traduire dans une échelle métrique pour que cela puisse être appliqué en pratique à la fabrication de la matrice.

Dans tout ce qui a été décrit précédemment, on a considéré que la variation locale de la structure consistait en un écart de positionnement de une ou plusieurs microlentilles adjacentes.

5 On peut aussi considérer une variation de taille de une ou plusieurs microlentilles. Cela se traduit également dans le plan du détecteur par des écarts des positions des taches issues des sous-pupilles correspondantes à ces microlentilles.

Mais d'autres paramètres propres aux microlentilles peuvent être pris pour former la variation locale de la structure.

10 Ainsi, dans un autre exemple de matrice de microlentilles pour le dispositif selon l'invention, la variation locale de la structure peut être une variation de la transmission de une ou plusieurs microlentilles adjacentes. Dans ce cas, la variation locale ne se traduit pas par des écarts de positions de taches  
15 mais par des variations d'intensité lumineuse de ces taches. Cependant, la mise en œuvre du procédé selon l'invention décrite selon l'exemple précédent peut s'appliquer tout aussi bien. Il faudra seulement dans les fichiers de référence et de mesure associer à chaque sous-pupille, en plus de la position des ta-  
20 ches, leurs intensités, et ce sont les contributions dues à la variation locale de la structure de la matrice dans les intensités des taches qu'il faudra comparer (étape 36 sur la figure 3) pour y déterminer le décalage éventuel (37) en nombre de sous-pupilles entre ces contributions.

25 Bien sur, les différentes natures des variations locales de la structure de la matrice du dispositif selon l'invention peuvent être combinées.

## REVENDEICATIONS

1- Procédé d'analyse d'un front d'onde basé sur la mesure locale de la pente du front d'onde, le procédé comprenant une  
5 étape (34) d'acquisition du front d'onde consistant en:

- une étape de détection du front d'onde au moyen notamment d'une matrice (ML) de microlentilles ( $L_i$ ), d'un détecteur (DET) et de moyens de traitement du signal, chaque microlentille ( $L_i$ ) définissant une sous-pupille ( $SP_i$ ), indexée, et focalisant une  
10 surface élémentaire du front d'onde, interceptée par ladite sous-pupille, pour former une tache ( $T_i$ ) sur le détecteur délivrant un signal, une zone ( $Z_i$ ) de localisation présumée de la tache sur le détecteur étant définie pour chaque sous-pupille,

- une étape de traitement du signal délivré par le détecteur  
15 permettant notamment d'établir un fichier de mesure (35) associant notamment à chaque sous-pupille dans la zone de localisation de laquelle est détectée une tache, la position de cette tache, chaque sous-pupille étant repérée par son index, le procédé étant caractérisé en ce que il comporte en outre:

20 • le choix préalable (30) d'une matrice (ML) de microlentilles présentant au moins une variation locale de sa structure,

• une étape préalable (31) de caractérisation de cette matrice permettant d'établir un fichier de référence (32) associant notamment à chaque sous-pupille, repérée par son index, la  
25 position de la tache issue de ladite sous-pupille lorsque la sous-pupille est éclairée par un front d'onde connu, les données du fichier comportant une contribution due à la variation locale de la structure de la matrice,

• lors de chaque analyse (33) d'un front d'onde,

30 - l'établissement du fichier de mesure (35), les données du fichier comportant également une contribution due à la variation locale de la structure de la matrice,

- la comparaison (36) desdites contributions prises dans chacun des deux fichiers, cette comparaison permettant de  
35 déterminer un décalage éventuel (37) en nombre de sous-pupilles entre ces deux contributions et d'en déduire de manière certaine la correspondance entre une tache détectée et la sous-pupille dont elle est issue,

- le calcul (38), connaissant cette correspondance, à partir du fichier de mesure et du fichier de référence, de la pente moyenne du front d'onde sur chaque surface élémentaire interceptée par chaque sous-pupille éclairée par le front d'onde.

5           2- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en que le fichier de référence (32) ne comprend qu'une contribution due à la variation locale et en ce que la contribution due à la variation locale dans le fichier de mesure est obtenue par application audit fichier d'un filtrage passe-haut (361) adapté  
10 à ladite variation, le décalage (37) entre les deux contributions étant alors déterminé par comparaison (363) du fichier de référence (32) et du fichier de mesure après filtrage (362).

15           3- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les contributions dues à la variation locale dans le fichier de mesure et dans le fichier de référence sont obtenues par application aux deux fichiers d'un même filtrage passe-haut (361), le décalage (37) entre les deux contributions étant déterminé par comparaison (363) des deux fichiers après filtrage (362, 364).

20           4- Procédé selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que la phase du front d'onde à analyser pouvant se décomposer sur une base de polynômes connus, le filtrage passe-haut (361) appliqué à un fichier consiste à soustraire à ce fichier les contributions dues à un nombre donné de ces polynômes.

25           5- Procédé selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que la comparaison (363) des fichiers après filtrage est faite au moyen d'une opération de corrélation.

30           6- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la comparaison (36) est faite en appliquant à l'un des deux fichiers (32, 35) une valeur hypothétique de décalage, en effectuant une soustraction entre le fichier ainsi obtenu et l'autre fichier, et en itérant la valeur du décalage appliqué de telle sorte à déterminer pour quelle valeur de décalage, la contribution due à la variation locale dans le fichier issu de la soustraction est la plus faible.

35           7- Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape (39) de reconstruction de la phase du front d'onde, permettant notamment de déterminer la valeur exacte du basculement du front d'onde.



8- Dispositif d'analyse d'un front d'onde comprenant notamment une matrice (ML) de microlentilles ( $L_i$ ), un détecteur (DET) et des moyens de traitement du signal, chaque microlentille ( $L_i$ ) définissant une sous-pupille ( $SP_i$ ), indexée, et focalisant une surface élémentaire du front d'onde, interceptée par ladite sous-pupille, pour former une tache ( $T_i$ ) sur le détecteur délivrant un signal, une zone ( $Z_i$ ) de localisation présumée de la tache sur le détecteur étant définie pour chaque sous-pupille, les moyens de traitement permettant de traiter le signal délivré par le détecteur afin notamment d'établir un fichier de mesure (35) associant notamment à chaque sous-pupille dans la zone de localisation de laquelle est détectée une tache, la position de cette tache, chaque sous-pupille étant repérée par son index, le dispositif étant caractérisé en ce que:

- sa matrice (ML) de microlentilles présente au moins une variation locale de sa structure, cette matrice étant préalablement caractérisée afin que soit établi un fichier de référence (32) associant notamment à chaque sous-pupille, repérée par son index, la position de la tache issue de ladite sous-pupille lorsque la sous-pupille est éclairée par un front d'onde connu, les données du fichier comportant une contribution due à la variation locale de la structure de la matrice,

- le fichier de mesure (35) comporte également une contribution due à la variation locale de la structure de la matrice,

- les moyens de traitement permettent en outre
  - l'établissement du fichier de mesure (35), les données du fichier comportant également une contribution due à la variation locale de la structure de la matrice,

- de comparer lesdites contributions prises dans chacun des deux fichiers, cette comparaison permettant de déterminer un décalage éventuel (37) en nombre de sous-pupilles entre ces deux contributions et d'en déduire de manière certaine la correspondance entre une tache détectée et la sous-pupille dont elle est issue,

- de calculer, connaissant cette correspondance, à partir du fichier de mesure et du fichier de référence, la pente moyenne du front d'onde sur chaque surface élémentaire interceptée par chaque sous-pupille éclairée par le front d'onde.

9- Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'au moins une variation locale de la structure de la matrice est un défaut non contrôlé de la matrice dû à la non reproductibilité du procédé de fabrication de la matrice.

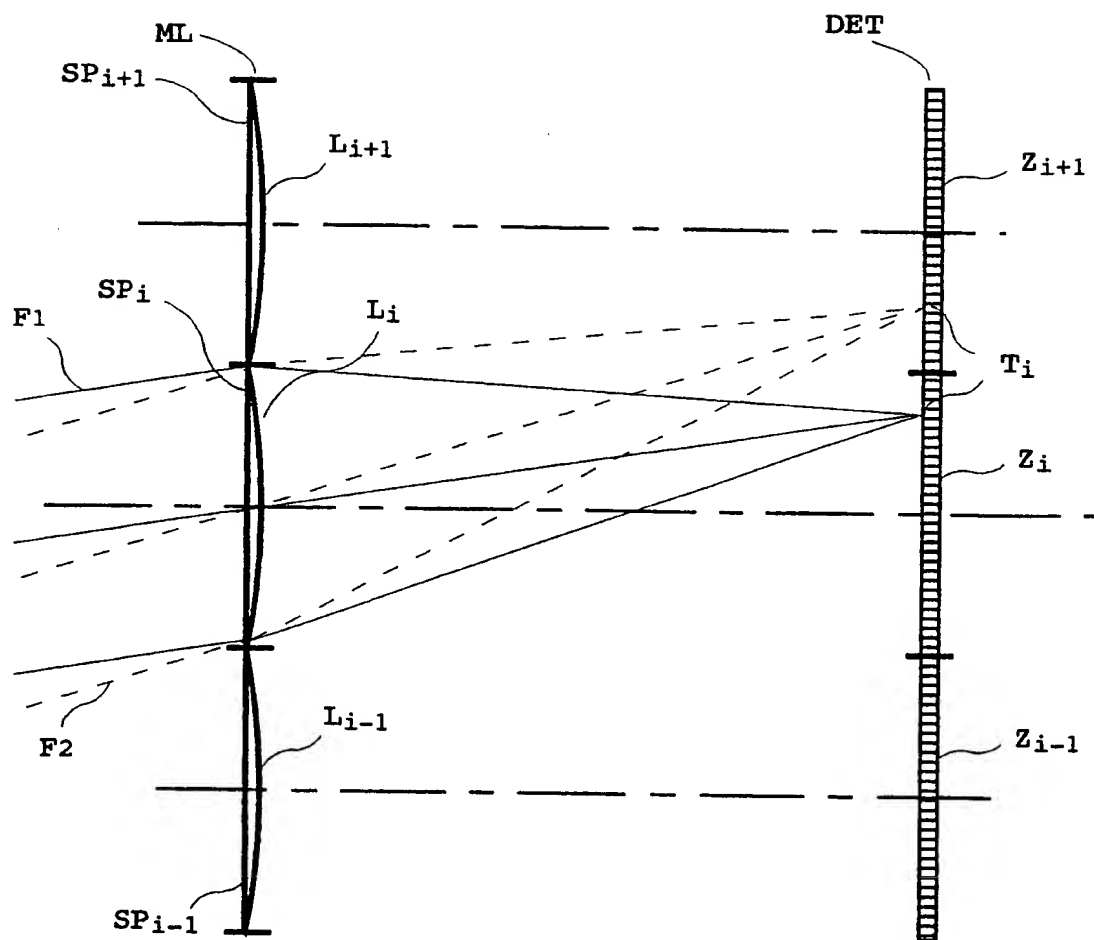
5 10- Dispositif selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce qu'au moins une variation locale de la structure de la matrice est une variation contrôlée, introduite lors de la fabrication de la matrice.

10 11- Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que la forme générale de la répartition fréquentielle des pentes du front d'onde étant connue, des variations locales sont introduites dans la structure de la matrice de telle sorte que la répartition fréquentielle de la contribution due à ces variations locales soit adaptée à ladite  
15 forme générale.

12- Dispositif selon l'une des revendications 8 à 11, caractérisé en ce qu'au moins une variation locale de la structure consiste en un écart dans la position d'une ou de quelques microlentilles adjacentes, les contributions prises dans chacun  
20 des deux fichiers pour être comparées (36) étant les contributions dues à la variation locale dans les positions des taches.

13- Dispositif selon l'une des revendications 8 à 12, caractérisé en ce qu'au moins une variation locale de la structure consiste en une variation de transmission d'une ou de quelques  
25 microlentilles adjacentes, les fichiers (32,35) associant en outre à chaque sous-pupille l'intensité de la tache issue de ladite sous-pupille, les contributions prises dans chacun des deux fichiers pour être comparées (36) étant les contributions dues à la variation locale dans les intensités des taches.

figure 1





2 / 4

figure 2A

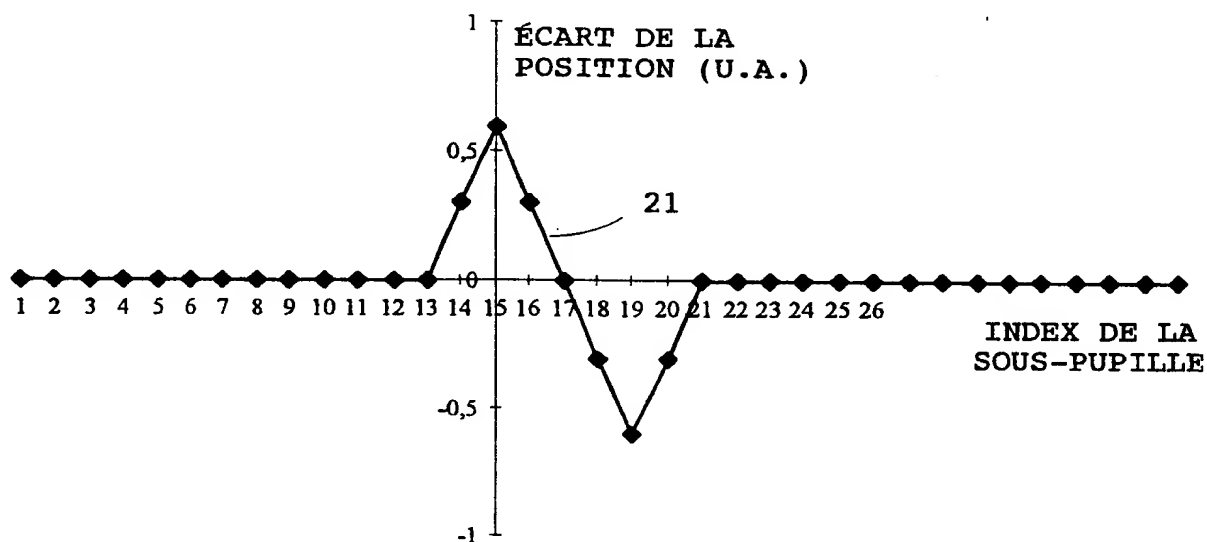
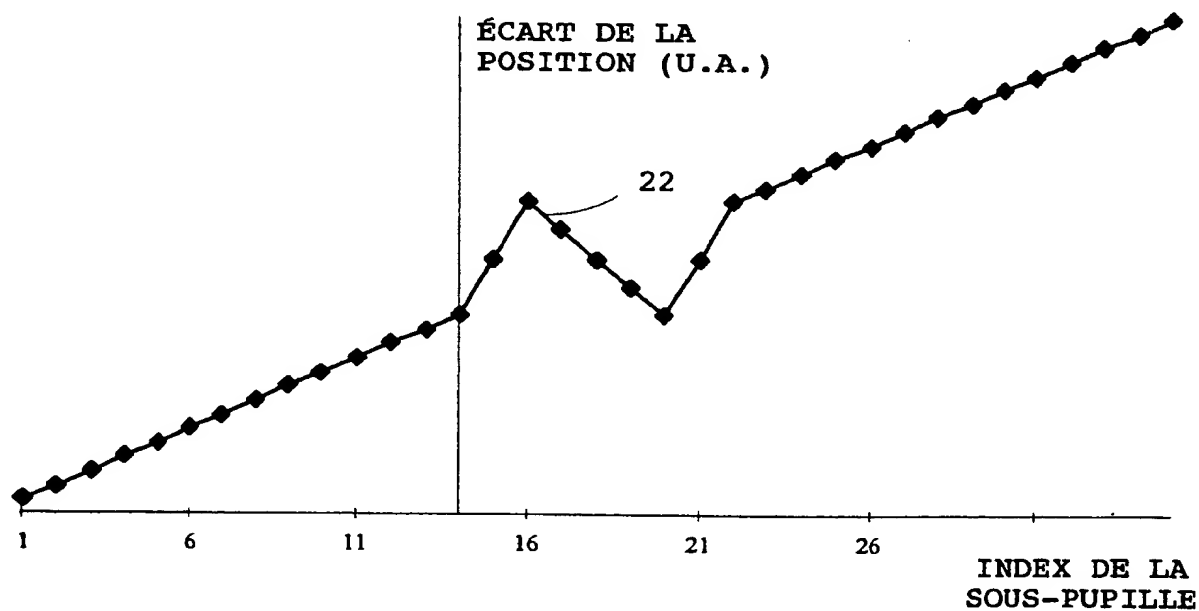


figure 2B





1

2

3

4

3 / 4

figure 2C

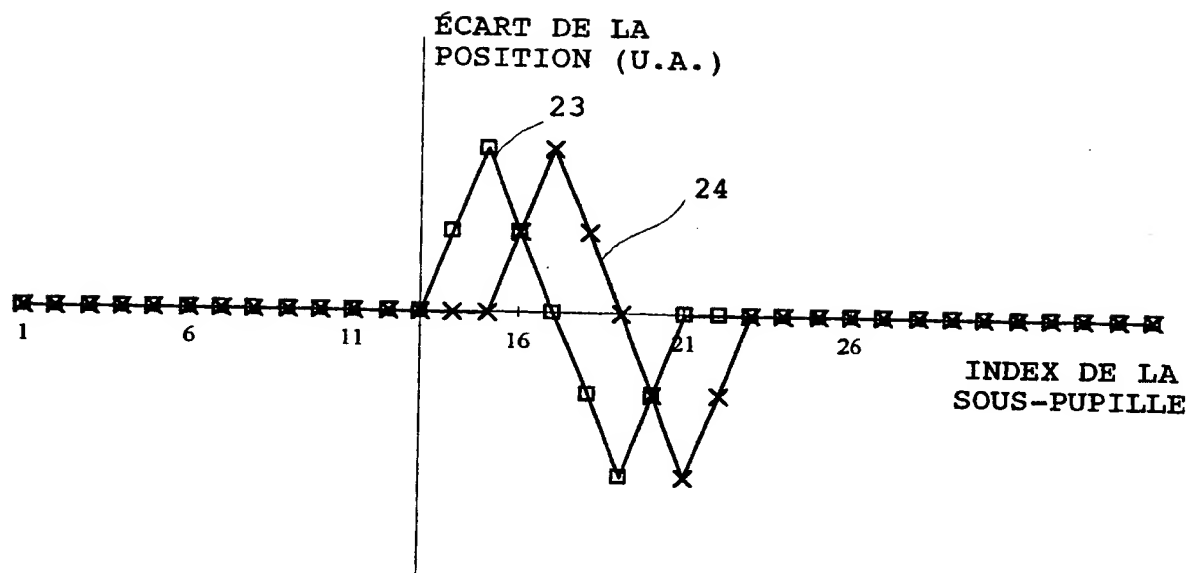


figure 2D

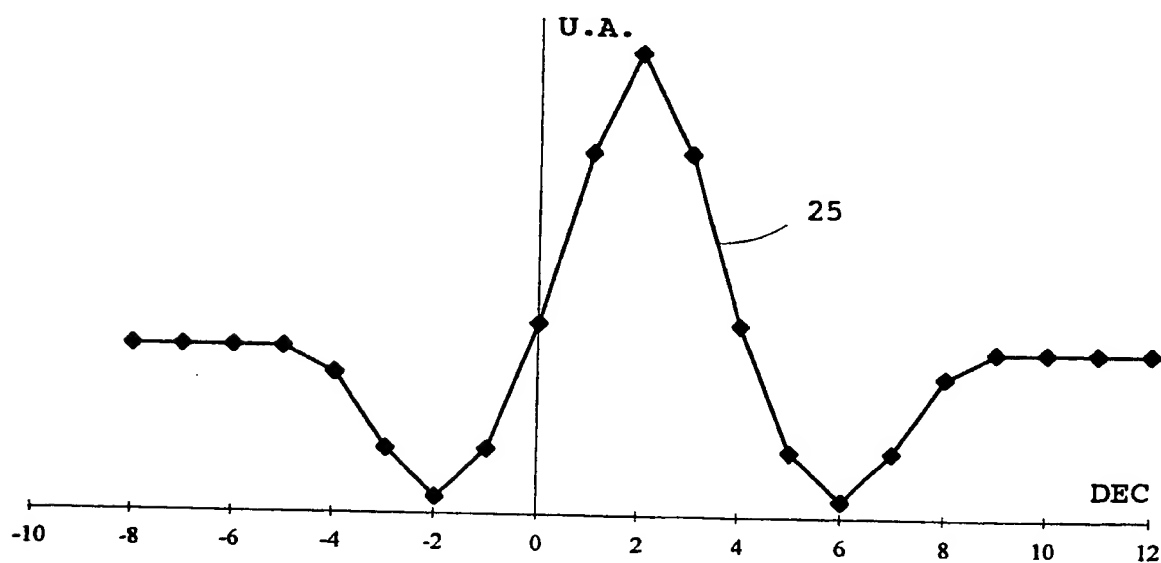
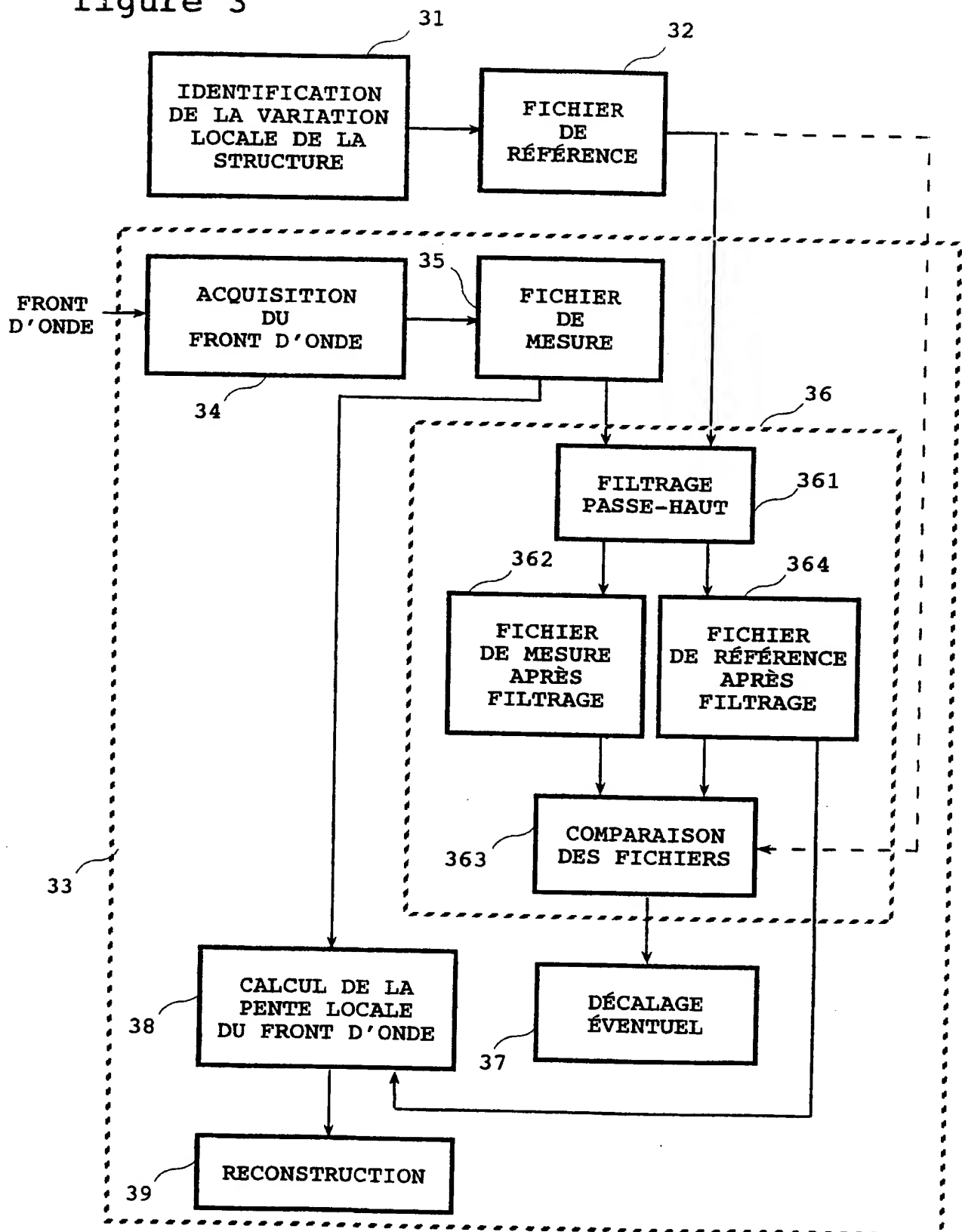






figure 3





1  
2  
3

4  
5  
6

## PCT

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire <b>WOB99 IMO AFR</b>	<b>POUR SUITE</b> voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après <b>A DONNER</b>	
Demande internationale n° <b>PCT/FR 00/ 00063</b>	Date du dépôt international (jour/mois/année) <b>14/01/2000</b>	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année) <b>15/01/1999</b>
Déposant <b>IMAGINE OPTIC et al.</b>		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuilles.

☒ Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

## 1. Base du rapport

- a. En ce qui concerne la langue, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.

☐ la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

- b. En ce qui concerne les séquences de nucléotides ou d'acides aminés divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :

☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.

☐ déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.

☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

## 4. En ce qui concerne le titre,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.

☐ Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

## 5. En ce qui concerne l'abrégé,

☐ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant

☒ le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

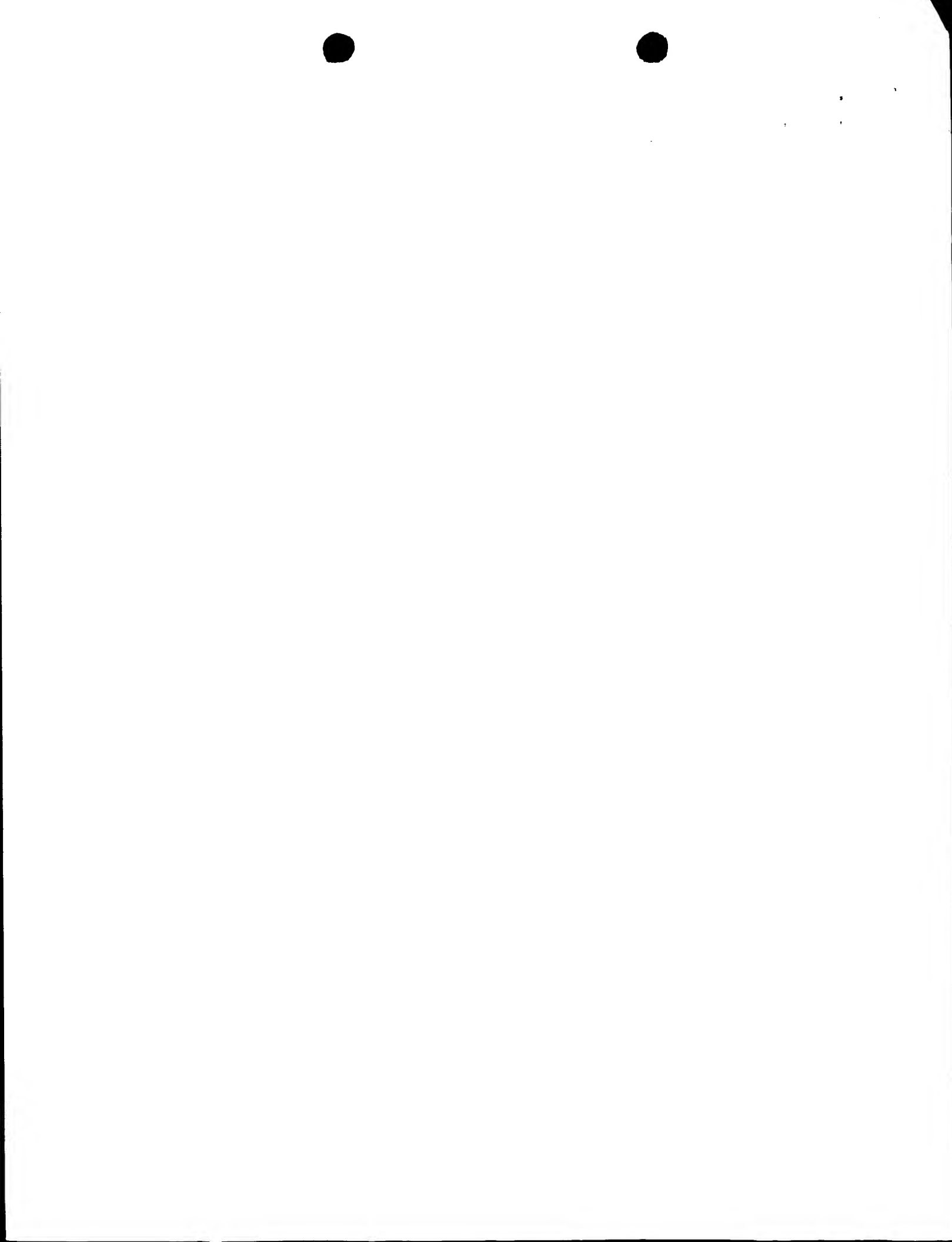
## 6. La figure des dessins à publier avec l'abrégé est la Figure n°

☒ suggérée par le déposant.

☐ parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.

☐ parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

1  
☐ Aucune des figures n'est à publier.



## Cadre III TEXTE DE L'ABREGE (suite du point 5 de la première feuille)

La présente invention concerne l'analyse d'un front d'onde optique. Le dispositif comprend une matrice (ML) de microlentilles ( $L_i$ ), un détecteur (DET) et des moyens de traitement du signal. Chaque microlentille ( $L_i$ ) définit une sous-pupille ( $SP_i$ ), et focalise une surface élémentaire du front d'onde, interceptée par ladite sous-pupille, pour former une tache ( $T_i$ ) sur le détecteur. Pour chaque sous-pupille ( $SP_i$ ), une zone ( $Z_i$ ) de localisation présumée de la tache est définie. Les moyens de traitement permettent d'établir un fichier de mesure associant à chaque sous-pupille la position de cette tache. La structure de la matrice (ML) présente une ou plusieurs variations locales. En comparant la contribution de celles-ci prise dans le fichier de mesure, avec leur contribution prise dans un fichier de référence, on mesure le décalage entre la sous-pupille dont est issue une tache détectée et la sous-pupille qui définit la zone de localisation présumée dans laquelle se trouve la tache.



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 00/00063

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 G01J9/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	DE 197 05 119 A (SCHWIDER JOHANNES PROF DR) 13 août 1998 (1998-08-13) page 2, ligne 66 -page 3, ligne 30 figures 1-4	1,7,8
A	M.C. ROGGMANN AND T.J. SCHULZ: "Algorithm to increase the largest aberration that can be reconstructed from Hartmann sensor measurements" APPLIED OPTICS, vol. 37, no. 20, 10 juillet 1998 (1998-07-10), pages 4321-4329, XP002112722 page 4321, alinéa 1 -page 4323, alinéa 1	1,4,7,8

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

21 mars 2000

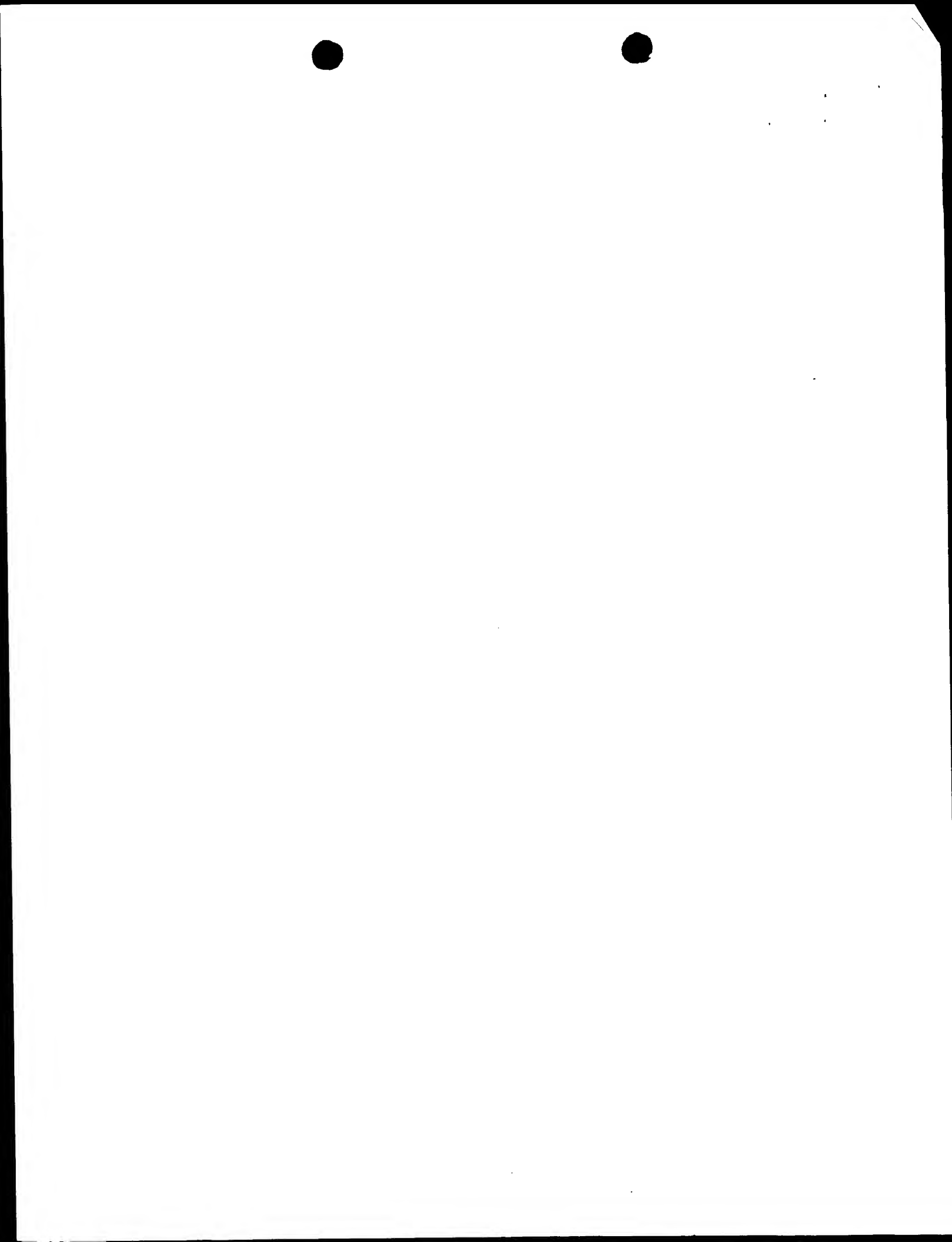
Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

07/04/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3018

Fonctionnaire autorisé

Jacquin, J





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/00063

Patent document  
cited in search report

Publication  
date

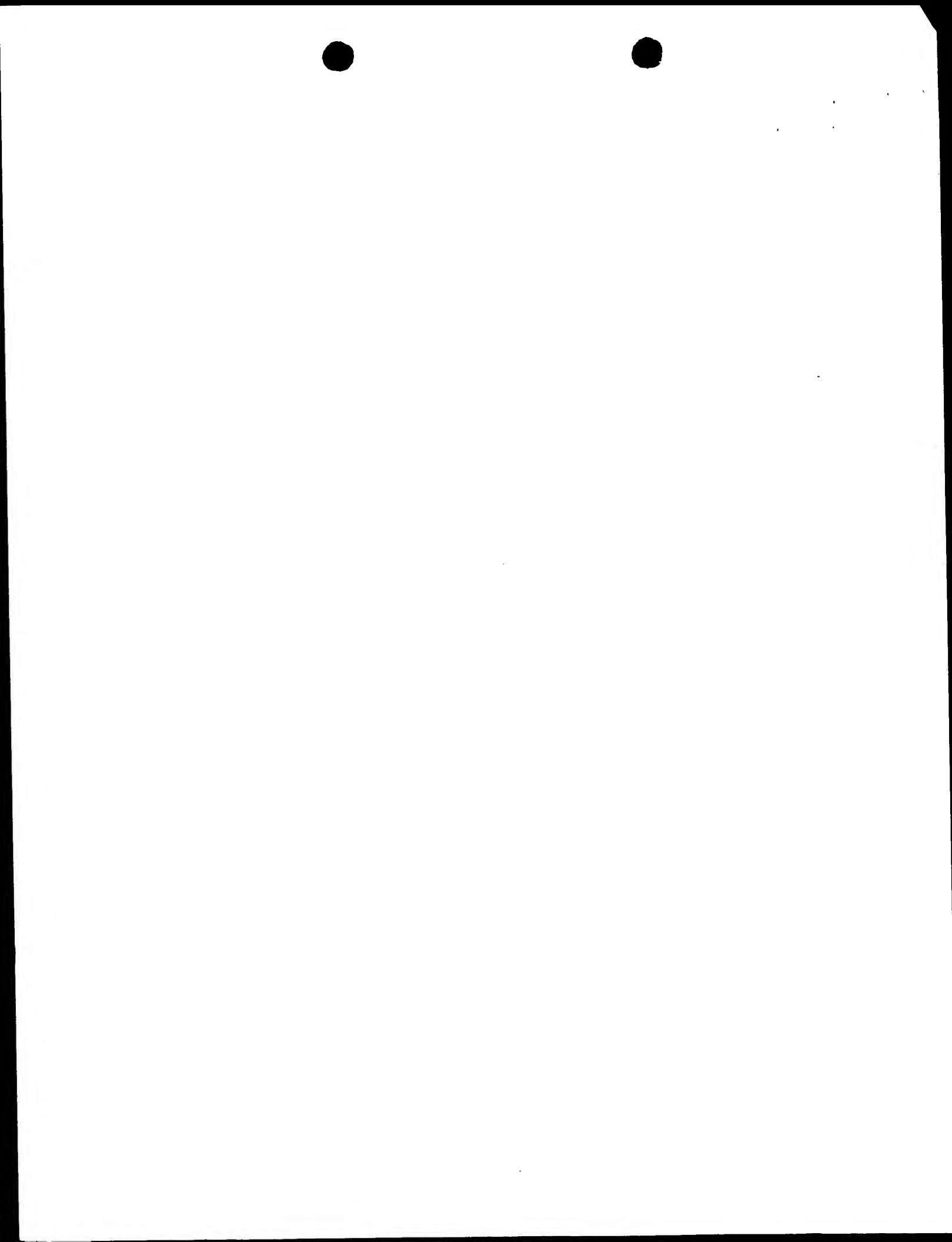
Patent family  
member(s)

Publication  
date

DÉ 19705119 A

13-08-1998

NONE



# TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

## PCT


### RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire <b>WOB99 IMO AFR</b>	<b>POUR SUITE A DONNER</b> voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale n° <b>PCT/FR00/00063</b>	Date du dépôt international (jour/mois/année) <b>14/01/2000</b>	Date de priorité (jour/mois/année) <b>15/01/1999</b>
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB <b>G01J9/00</b>		
Déposant <b>IMAGINE OPTIC et al.</b>		

1. Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.
2. Ce RAPPORT comprend 5 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.  
  
☐ Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.18 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).  
  
Ces annexes comprennent feuilles.

3. Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:
  - I ☒ Base du rapport
  - II ☐ Priorité
  - III ☐ Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
  - IV ☐ Absence d'unité de l'invention
  - V ☒ Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
  - VI ☐ Certains documents cités
  - VII ☒ Irrégularités dans la demande internationale
  - VIII ☐ Observations relatives à la demande internationale

Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale <b>03/08/2000</b>	Date d'achèvement du présent rapport <b>06.10.2000</b>
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:   <b>Office européen des brevets</b> <b>D-80298 Munich</b> <b>Tél. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d</b> <b>Fax: +49 89 2399 - 4465</b>	Fonctionnaire autorisé  <b>Homung, A</b>  N° de téléphone <b>+49 89 2399 2595</b>





**RAPPORT D'EXAMEN  
PRELIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR00/00063

**I. Base du rapport**

1. Ce rapport a été rédigé sur la base des éléments ci-après (*les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées, dans le présent rapport, comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications.*) :

**Description, pages:**

1-14                      version initiale

**Revendications, N°:**

1-13                      version initiale

**Dessins, feuilles:**

1/4-4/4                  version initiale

**2. Les modifications ont entraîné l'annulation :**

- ☐ de la description,    pages :
- ☐ des revendications, n°s :
- ☐ des dessins,            feuilles :

3. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

**4. Observations complémentaires, le cas échéant :**



**RAPPORT D'EXAMEN  
PRELIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR00/00063

**V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration**

**1. Déclaration**

Nouveauté	Oui : Revendications 1-13
	Non : Revendications
Activité inventive	Oui : Revendications 1-13
	Non : Revendications
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications 1-13
	Non : Revendications

**2. Citations et explications**

**voir feuille séparée**

**VII. Irrégularités dans la demande internationale**

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande internationale, ont été constatées :

**voir feuille séparée**





**Concernant le point V**

**Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration**

**1. Etat de la technique.**

Le procédé d'analyse d'un front d'onde décrit dans D1 (= DE 19705119) permet de résoudre un problème très similaire à celui de la présente demande. En l'occurrence, il s'agit de déterminer avec certitude dans le cas de fronts d'onde présentant des angles d'incidence importants la correspondance entre les taches focalisées sur la matrice d'un détecteur Shack-Hartmann et les microlentilles d'où provient chacune des taches. La solution proposée consiste à dédoubler le nombre de réseau de microlentilles, les microlentilles des deux réseaux ayant le même diamètre mais une distance focale fortement différente.

D2 (= "Algorithm to increase the largest aberration that can be reconstructed from Hartmann sensor measurements", M.C. Roggemann et al., Applied Optics, Vol 37, Nr 20) décrit un autre procédé d'analyse d'un front d'onde qui s'applique dans le cas d'un front d'onde fortement aberrant "générant des taches dans le plan du détecteur Shack-Hartmann qui ne sont pas limitées par la diffraction et qui ne se trouvent pas nécessairement derrière la microlentille présumée". Ce procédé consiste à appliquer un algorithme spécifique de traitement de l'information aux deux images du front d'onde aberrant obtenues d'un côté par un détecteur Shack-Hartmann, et de l'autre côté par une caméra CCD classique.

Un troisième procédé est décrit sur la page 3 de la description présente: il s'agit d'observer l'évolution des taches lors du déplacement du détecteur à partir du plan du réseau des microlentilles jusqu'au plan focal.

**2. Nouveauté et activité inventive.**

Aucun des documents disponibles ne décrit ni un procédé d'analyse d'un front d'onde, ni le dispositif d'analyse correspondant à ce procédé qui contient toutes les caractéristiques de l'objet des présentes revendications 1 et 8. En particulier, les matrices de microlentilles



**RAPPORT D'EXAMEN**  
**PRELIMINAIRE INTERNATIONAL - FEUILLE SEPAREE**

---

Demande internationale n° PCT/FR00/00063

de l'art antérieur ne présentent pas de variation locale de leur structure générant une contribution dans les fichiers de mesure qui permet de déterminer de manière certaine la correspondance entre une tache détectée et la sous-pupille dont elle est issue.

Par conséquent, l'objet des présentes revendications 1 et 8, ainsi que toutes les revendications s'y référant, est conforme au critère de nouveauté défini par l'article 33(2) PCT.

L'objet de la revendication 1 est une alternative aux procédés décrits dans D1 et dans la description de la présente demande pour lever l'ambiguïté concernant la localisation des taches focalisées par les microlentilles. Il n'y a aucune indication dans l'art antérieur de résoudre ce problème en utilisant une variation locale dans la structure de la matrice des microlentilles. Par conséquent, l'objet des présentes revendications 1-13 n'étant pas évident est conforme au critère d'activité inventive défini par l'article 33(3) PCT.

**Concernant le point VII**

**Irrégularités dans la demande internationale**

La description ne cite pas l'état de la technique antérieure pertinent exposé dans les documents D1 et D2 (règle 5.1 a) ii) PCT). De plus, la description ne cite pas de document reflétant l'état de la technique décrit à la page 3.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/00063

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01J9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 197 05 119 A (SCHWIDER JOHANNES PROF DR) 13 August 1998 (1998-08-13) page 2, line 66 -page 3, line 30 figures 1-4	1,7,8
A	M.C. ROGGMANN AND T.J. SCHULZ: "Algorithm to increase the largest aberration that can be reconstructed from Hartmann sensor measurements" APPLIED OPTICS, vol. 37, no. 20, 10 July 1998 (1998-07-10), pages 4321-4329, XP002112722 page 4321, paragraph 1 -page 4323, paragraph 1	1,7,8

RECEIVED  
 JAN 18 2002  
 MAIL ROOM

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 March 2000

Date of mailing of the international search report

07/04/2000

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jacquin, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

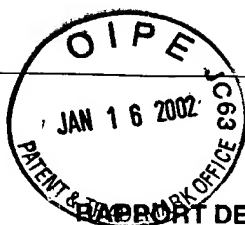
International Application No

PCT/FR 00/00063

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19705119 A	13-08-1998	NONE	

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

2788597

N° d'enregistrement  
national

FA 569038  
FR 9900366

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	DE 197 05 119 A (SCHWIDER JOHANNES PROF DR) 13 août 1998 (1998-08-13) * page 2, ligne 66 - page 3, ligne 30 * * figures 1-4 *	1,7,8
A	M.C. ROGGMANN AND T.J. SCHULZ: "Algorithm to increase the largest aberration that can be reconstructed from Hartmann sensor measurements" APPLIED OPTICS, vol. 37, no. 20, 10 juillet 1998 (1998-07-10), pages 4321-4329, XP002112722 * page 4321, alinéa 1 - page 4323, alinéa 1 *	1,4,7,8
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Incl. 6)
		G01J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
6 septembre 1999		Jacquin, J
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

JAN 16 2002  
MAIL ROOM

RECEIVED





# TRAITE : COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

## PCT

### NOTIFICATION D'ELECTION

(règle 61.2 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C.20231  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

en sa qualité d'office élu

<b>Date d'expédition (jour/mois/année)</b> 28 septembre 2000 (28.09.00)	
<b>Demande internationale no</b> PCT/FR00/00063	<b>Référence du dossier du déposant ou du mandataire</b> WOB99 IMO AFR
<b>Date du dépôt international (jour/mois/année)</b> 14 janvier 2000 (14.01.00)	<b>Date de priorité (jour/mois/année)</b> 15 janvier 1999 (15.01.99)
<b>Déposant</b> LEVECO, Xavier, Jean-François etc	

1. L'office désigné est avisé de son élection qui a été faite:

☒

dans la demande d'examen préliminaire international présentée à l'administration chargée de l'examen préliminaire international le:

03 août 2000 (03.08.00)

☐

dans une déclaration visant une élection ultérieure déposée auprès du Bureau international le:

2. L'élection

☒

a été faite

☐

n'a pas été faite

avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité ou, lorsque la règle 32 s'applique, dans le délai visé à la règle 32.2b).

<b>Bureau international de l'OMPI</b> 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse  no de télécopieur: (41-22) 740.14.35	<b>Fonctionnaire autorisé</b>  Antonia Muller  no de téléphone: (41-22) 338.83.38
---	---

